

**PROYECTO SIO  
(SISTEMA DE INFORMACIÓN OPERACIONAL)**

**CARLOS HOLMES JIMENEZ CAICEDO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECATRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2006**

**PROYECTO SIO  
(SISTEMA DE INFORMACION OPERACIONAL)**

**CARLOS HOLMES JIMENEZ CAICEDO**

**Pasantía para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
NÉSTOR ARTURO PINCAY GORDILLO  
Ingeniero Mecánico  
Docente de la Universidad Autónoma de Occidente**

**Coordinador  
ALFREDO GARCÍA LONDOÑO  
Ingeniero Mecánico  
Jefe de Área de Planeación y Métodos de Mantenimiento  
del Ingenio Riopaila S.A.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECATRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
SANTIAGO DE CALI  
2006**

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Mecánico.

NÉSTOR ARTURO PINCAY GORDILLO  
Director

ALFREDO GARCÍA LONDOÑO  
Coordinador

Santiago de Cali, 20 de Febrero de 2006

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa su agradecimiento a:

Néstor Arturo Pincay Gordillo, Ingeniero Mecánico y Director del Proyecto, por su colaboración en la ejecución de este documento.

Alfredo García Londoño, Ingeniero Mecánico, Director de la Jefatura Planeación y Métodos de Mantenimiento, por su valiosa ayuda, su confianza y paciencia.

A todos los funcionarios del Ingenio Riopaila S.A. y a su dependencia Taller Industrial, por su desinteresada colaboración y facilidades prestadas.

## **CONTENIDO**

	<b>pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>11</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES</b>	<b>11</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>14</b>
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>14</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>15</b>
<b>4.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1. Mantenimiento Preventivo</b>	<b>15</b>

4.1.2.	Mantenimiento correctivo	18
4.2.	RESEÑA HISTÓRICA	18
4.3.	MARCO CONCEPTUAL	19
5.	MÉTODO DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS	21
5.1.	CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	21
5.2.	PROCEDIMIENTO.	21
6.	DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	25
6.1.	HIPÓTESIS.	25
6.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN TEÓRICA.	25
7.	RESULTADOS OBTENIDOS	26
8.	CONCLUSIONES	27
9.	RECOMENDACIONES	28
	BIBLIOGRAFÍA	29

## **LISTA DE TABLAS**

	<b>pág.</b>
<b>Tabla 1. MOTORES</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 2. BOMBAS</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3. TURBINAS</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 4. REDUCTORES</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 5. VENTILADORES</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 6. COMPRESORES</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 7. LISTADO DE MATERIALES</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 8. PUESTOS DE TRABAJO</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 9. HOJAS DE RUTA DE INSPECCIÓN</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 10. CATÁLOGOS</b>	<b>40</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>pág.</b>
<b>Anexo A. FOTOGRAFÍA AÉREA DEL INGENIO RIOPAILA S.A.</b>	<b>42</b>
<b>Anexo B. HIDRATADOR DE CAL</b>	<b>43</b>
<b>Anexo C. CONDUCTOR HOJAS DE CAÑA</b>	<b>44</b>
<b>Anexo D. TURBINA NÚMERO 6 DE MOLINOS</b>	<b>45</b>
<b>Anexo E. MOTOR HIDRÁULICO. MOLINO NÚMERO 5</b>	<b>46</b>
<b>Anexo F. MOTOR ELÉCTRICO</b>	<b>47</b>
<b>Anexo G. MOTOR ELÉCTRICO</b>	<b>48</b>
<b>Anexo H. MOTOR ELÉCTRICO</b>	<b>49</b>



## **RESUMEN**

El Ingenio Riopaila S.A., es un ingenio azucarero ubicado en el norte del Valle del Cauca, en el corregimiento La Paila, municipio de Zarzal.

Ante los requerimientos de eficiencia de la empresa de hoy, el Ingenio se vio abocado en la necesidad de implementar un Sistema de Mantenimiento eficaz, el cual le permitiera a esta empresa realizar no una mantenimiento correctivo sino uno del tipo preventivo.

Este proyecto de grado está encaminado a la generación de un esquema que permita implementar un Sistema de Mantenimiento eficiente y eficaz.

En la primera instancia de este documento se encuentra contenida toda la información concerniente al soporte teórico del proyecto y a las herramientas metodológicas utilizadas en el desarrollo del mismo.

Posteriormente se describen los antecedentes históricos del área de planeación y métodos de mantenimiento del Ingenio Riopaila S.A.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las políticas de globalización económica que rigen tanto las grandes como pequeñas economías de todo el mundo, hacen que sea necesario ser competitivo para poder participar en el mercado global del negocio.

A partir de este hecho, las directivas de la empresa azucarera ***Ingenio Riopaila S.A.*** decidieron prepararse para tener una oportunidad de competir en el mercado global del azúcar.

Esta poderosa razón hace evidente la necesidad de implantar en el Ingenio, un Sistema de Mantenimiento Preventivo, aplicado a sus líneas de producción, el cual conlleve a una disminución efectiva de los paros técnicos y por ende en los costos de producción; lo que implica un menor costo de fabricación del producto final y una mayor oportunidad de negocio en el mercado global del azúcar.

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. ANTECEDENTES

A partir de 1920 se tomó conciencia sobre la importancia del Mantenimiento Preventivo. La característica principal de este sistema es la de prevenir y remediar las fallas en su fase inicial, es decir, corregirlas oportunamente.

El Mantenimiento Preventivo es el que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en las inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina, y encaminado a remediar posibles defectos que pueden ocasionar paradas intempestivas o daños mayores que afecten no sólo la vida útil de las máquinas, la salud de los operarios, la calidad del servicio y la integridad del medio ambiente.

El Mantenimiento Preventivo, más que una técnica específica de mantenimiento, es una filosofía o acciones mínimas que principian desde el momento del diseño del equipo y que determinan su confiabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo, que se establece cuando los altos costos de mantenimiento lo justifiquen.

En sus inicios, en la empresa **INGENIO RIOPAILA S.A.** se practicaba el mantenimiento correctivo. A medida que el Ingenio fue creciendo paralelo con el avance tecnológico se vio la necesidad de crear el Departamento de Planeación y Métodos de Mantenimiento, el cual aseguraba una mejor programación de mantenimiento correctivo y empezaba a formar la idea de un plan de mantenimiento preventivo.

El Departamento de Planeación y Métodos de Mantenimiento lleva funcionando unos 10 años, a través de los cuales se puede decir que cuenta con un plan de mantenimiento predictivo elaborado con la adquisición de un software en vibraciones. Gracias a este software se ha empezado a elaborar el plan de mantenimiento predictivo en algunos de sus equipos.

Actualmente, cuando se requiere obtener datos de un equipo en particular se recurre a un software llamado **RM5**, pero en este software no se encuentran ingresados todos los equipos actualmente existentes en la fábrica, así como tampoco se pueden hacer modificaciones a los equipos allí contenidos.

## 1.2. FORMULACIÓN

En la actualidad, la empresa **INGENIO RIOPAILA S.A.**, no cuenta con un *Sistema de Mantenimiento Predictivo, Preventivo, Correctivo y Programado*, tanto de líneas como de equipos, que aplique tanto hacia una reducción sistemática en los tiempos de paro de las diferentes líneas de producción, así como en los costos del mantenimiento mecánico de la fábrica.

El Ingenio actualmente cuenta con un software que no brinda la confiabilidad necesaria para administrar adecuadamente la parte de mantenimiento de equipos y el manejo del almacén técnico, ya que en este programa solo existe almacenada parte de la información técnica de los dispositivos a los cuales se les realizarán las respectivas revisiones; además no se encuentra actualizado.

Las actuales rutas de inspecciones enfocadas hacia el mantenimiento preventivo y predictivo no llevan un orden consecutivo lógico en cuanto a la toma de datos, lo cual dificulta la labor del técnico que realiza la ruta de inspecciones.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Se hace necesaria la implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo al Ingenio Riopaila S.A., bajo el derrotero de **PROYECTO SIO**, a través del cual se busca aplicar rutinas de mantenimiento predictivo con el fin de reducir los costos de reparación y los tiempos de paro provocados por fallas técnicas.

La misión del Ingenio Riopaila S.A., en cuanto a mantenimiento se refiere, es la de mantener la operación de los procesos sin interrupciones no programadas, las cuales causan retrasos, pérdidas y costos innecesarios.

Además, como empresa líder en la elaboración de azúcar, debe velar y garantizar por el correcto funcionamiento y desarrollo de un Programa de Mantenimiento, ya que de otra manera se pone en juego la seguridad integral de los operarios de los diferentes equipos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar el Modulo de Mantenimiento Preventivo, bajo la denominación de **PROYECTO SIO**, logrando así que los recursos y el esfuerzo humano sean administrados de una manera eficaz y eficiente.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar datos técnicos de los diferentes equipos mecánicos y eléctricos (motores) existentes en operación e incluirlos en una base de datos
- Organizar y actualizar la base de datos que contiene información sobre equipos y objetos técnicos.
- Evaluar en qué estado se encuentran los equipos actualmente y establecer planes de acción para recuperarlos o darlos de baja.
- Realizar un plan de identificación de activos.
- Diseñar hojas de rutas de inspección.
- Realizar un Plan de Mantenimiento de Equipos, estableciendo frecuencia de inspecciones y el tipo de inspección.
- Preparar y redactar instructivos y requerimientos necesarios para los diferentes procedimientos y actividades en la ejecución del mantenimiento.
- Efectuar y evaluar la lista de materiales de equipos.
- Evaluar puestos de trabajo para la asignación en el Plan de Mantenimiento.
- Efectuar la aplicación de tiempos empleados en la elaboración del mantenimiento de cada equipo.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. MARCO TEÓRICO

**4.1.1. Mantenimiento Preventivo.** A partir de 1920 se tomó conciencia sobre la importancia de este tipo de mantenimiento. La característica principal de este sistema es la de prevenir y remediar las fallas en su fase inicial, es decir, corregirlas oportunamente.

El Mantenimiento Preventivo es el que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en las inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina, y encaminado a remediar posibles defectos que pueden ocasionar paradas intempestivas o daños mayores que afecten no sólo la vida útil de las máquinas, la salud de los operarios, la calidad del servicio y la integridad del medio ambiente.

El Mantenimiento Preventivo, más que una técnica específica de mantenimiento, es una filosofía o acciones mínimas que principian desde el momento del diseño del equipo y que determinan su confiabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo, que se establece cuando los altos costos de mantenimiento lo justifiquen.

Un Programa de Mantenimiento Preventivo debe incluir:

- Una inspección periódica a las instalaciones para determinar posibles defectos de los equipos que puedan ocasionar daños mayores o impedir la prestación del servicio.
- La realización del mantenimiento oportuno y adecuado para corregir los defectos, evitando que lleguen a ocasionar daños mayores.

Sin embargo, es difícil justificar económicamente la implementación del sistema, ya que inicialmente se va a ocasionar una elevación de los costos, pero como sucede en cualquier tipo de programa el principal problema es empezar. A medida que se avanza en su organización y aplicación, se van manifestando sus bondades, lo cual se logra haciendo los respectivos análisis y comparaciones con los procedimientos anteriores. A la larga

también se observa que aunque sea alta la inversión inicial, los costos disminuyen.

Las ventajas y beneficios que se obtienen mediante la aplicación del Mantenimiento Preventivo, se observan examinando la relación de costos totales de mantenimiento en los siguientes tópicos:

- Reducción de paradas de producción por daños fortuitos o repetitivos del equipo.
- Aumento de la vida útil de los equipos al posponer la reposición del equipo.
- Reducción de las horas extras y utilización de la mano de obra al programar las labores en vez de atender emergencias y daños fortuitos.
- Mayor seguridad para el operario del equipo.
- Mayor respeto por el medio ambiente.
- Disminución de las grandes reparaciones al programar oportunamente la atención de fallas incipientes.
- Reducción de los costos de reparación al atender preventivamente las fallas menores que se presentan.
- Disminución de desperdicios de producción al mantener los equipos en mejores condiciones permanentes.
- Identificación de los equipos con mayores gastos de mantenimiento, permitiendo así la programación de su reparación, preparación de repuestos y personal o su reemplazo.
- Reducción de stock de repuestos al programar con precisión su utilización.
- Mejora de las condiciones de seguridad y ambientales del personal y del equipo.
- Programación cronológica de los trabajos.



Las desventajas que se pueden dar en la implementación del plan de mantenimiento son:

- El costo del programa (sobre todo en su etapa inicial) en comparación con la relación de los costos de mantenimiento tradicional.
- Obtención de resultados inmediatos ya que el Mantenimiento Preventivo es menos rápido pero acumulativo y los resultados se pueden observar de 2 a 5 años después de su implementación.
- El Mantenimiento Preventivo no obra milagros. Hay quienes creen que el Mantenimiento Preventivo es un sistema y nada más, y que lo único que se tiene que hacer es preparar formatos, programar instrucciones e inspecciones y sentarse a esperar que el tiempo haga el resto.

Se debe encontrar el punto de equilibrio entre los costos de inspección y ahorro de daños.

En el Mantenimiento Preventivo las inspecciones son costosas y mientras menor sea su número el costo será menor. La implementación de Programas de Mantenimiento Preventivo, se basa fundamentalmente en las recomendaciones del fabricante, para una mayor eficiencia y vida útil del equipo. En consecuencia, la programación ideal sería la que indica la fábrica, pero únicamente se debe tener en cuenta como guía, ya que todos los equipos e instalaciones no operan en igualdad de condiciones, ni en el mismo medio ambiente, por lo tanto es necesario efectuar una programación particular de acuerdo con las experiencias y el respaldo de personal con experiencia en mantenimiento.

Las tareas del mantenimiento deben ser realizados en forma sistemática, aplicando técnicas de gerencia, con equipos y métodos modernos. El área de Planeación y Métodos de Mantenimiento tiene la tarea de guiar el mantenimiento hacia un objetivo definido, con el fin de que pueda rendir los beneficios deseados.

Al elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo deben especificarse las actividades que lo constituyen como son:

- **Servicio:** Se lleva a cabo para evitar fallas prematuras y para prolongar la vida útil. (limpieza, conservación, lubricación, reabastecimiento de materiales auxiliares, reposición de dichos materiales auxiliares, piezas menores y reajustes) de los equipos.

- **Inspección:** Las inspecciones tienen como propósito identificar la necesidad de reparar con suficiente anticipación para permitir que se planee y prepare la ejecución de la reparación para evitar daños repetitivos (las inspecciones pueden hacerse directa o indirectamente, cuantitativamente o cualitativamente, continuamente o discontinuamente y por medio de instrumentos o sin ellos).
- **Reparación:** La reparación a intervalos regulares, llevada a cabo al término de un lapso prefijado:
  - Reparaciones necesarias por daño, llevadas a cabo cuando se detectan daños ocurridos o cuando se anticipa la ocurrencia de no fallo antes de que corresponda efectuar la inspección siguiente.
  - Reparaciones necesarias por falla, llevadas a cabo después de una interrupción no intencional (la falla puede ser servicio insuficiente sin que se detenga el equipo).

**4.1.2. Mantenimiento correctivo.** Cuando no se conocen los beneficios de una programación racional de actividades de mantenimiento, es necesario aplicar con mayor frecuencia el Mantenimiento Correctivo, que básicamente consiste en corregir las fallas una vez estas han sucedido, ya sea por deficiencias parciales o totales en el funcionamiento del equipo.

Existe la mala costumbre generalizada de permitir que los equipos sean utilizados en forma continua hasta que sufran una avería que justifique su reparación (Funcionamiento a la falla).

La aplicación permanente del Mantenimiento Correctivo da origen a excesos de trabajo del personal técnico y la paralización del equipo. La necesidad de la utilización del equipo obliga al trabajo extra, no se controla la productividad, toma de imprevisto al almacén de repuestos que seguramente no están preparadas para el suministro oportuno, y en general las consecuencias que se presentan en una emergencia debido al factor sorpresa. Además se afecta la calidad y la seguridad.

## **4.2. RESEÑA HISTÓRICA**

En sus inicios, en la empresa **INGENIO RIOPAILA S.A.** se practicaba el Mantenimiento Correctivo. A medida que el Ingenio fue creciendo paralelo con el avance tecnológico se vio la necesidad de crear el Departamento de Planeación y

Métodos de Mantenimiento que aseguraba una mejor programación de mantenimiento correctivo y empezaba a formar la idea de un plan de mantenimiento preventivo.

El Departamento de Planeación y Métodos de Mantenimiento lleva funcionando hace unos 10 años donde cuenta con un plan de mantenimiento predictivo elaborado con la adquisición de un software en vibraciones, gracias a este software se ha empezado a elaborar el plan de mantenimiento predictivo en algunos de sus equipos.

Actualmente cuando se requiere obtener datos de un equipo en particular se recurre a un software llamado **RM5**, pero en este software no se encuentran todos los equipos actualmente existentes en la fabrica y tampoco se pueden hacer modificaciones a los equipos allí contenidos.

#### **4.3. MARCO CONCEPTUAL**

**Mantenimiento:** La combinación de todas las acciones técnicas y asociadas mediante las cuales el equipo o un sistema se conservan o repara para realizar sus funciones específicas.

**Mantenimiento Correctivo:** Es el mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende reestablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

**Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento realizado a intervalos predeterminados y con la intención de minimizar las fallas o la degradación del funcionamiento del equipo.

**Mantenimiento Predictivo:** Se basa fundamentalmente en detectar un síntoma de falla antes de que ella suceda, para dar tiempo a prevenirla sin perjuicio al servicio. Se usan para ello instrumentos de monitoreo y pruebas no destructivas. De hecho el mecánico experimentado que saca una gota de aceite de la caja de engranajes y la palpa entre los dedos, o el que revisa con la mano cuan caliente está una chumacera, u observa que tan desalineado está un acoplamiento, está realizando Mantenimiento Predictivo.

**Mantenimiento programado:** Corresponde al mantenimiento preventivo efectuado independientemente de la condición de la máquina o equipo. Por ejemplo: limpieza y servicios (lubricación, aseos, ajustes). Busca garantizar en todo momento el buen funcionamiento de las líneas de producción y buen rendimiento.

**Inspección:** El proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de una u otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

**Instructivo:** Un texto que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimientos.

**Hoja de Vida:** Es la relación de todas las modificaciones, reparaciones, que ha sufrido el equipo. Se debe iniciar con la tarjeta maestra, es decir ésta puede servir de carátula a la hoja de vida.

## **5. MÉTODO DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS**

### **5.1. CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

En el desarrollo de este proyecto se hizo uso de los siguientes elementos y se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Inducción pormenorizada del Ingenio Riopaila S.A., teniendo en cuenta en la misma el conocimiento de los procesos, la maquinaria, los equipos y las instalaciones.
- Recolección de datos técnicos.
- Diseño y generación de inventarios pormenorizados de equipos.
- Identificación e inventariado de equipos activos.
- Reestructuración del prontuario de equipos.
- Realización del listado de materiales.
- Corrección y evaluación del listado de materiales existente.
- Censo y evaluación de los diferentes puestos de trabajo.
- Realización de los diferentes Planes de Mantenimiento.
- Generación de las respectivas hojas de ruta de inspección.
- Generación de los catálogos.

### **5.2. PROCEDIMIENTO.**

Previo a la ejecución del proyecto, la primer acción llevada a cabo fue la de realizar una inducción, por parte del Ingenio, a fin de conocer las instalaciones de la empresa, así como los pormenores del trabajo de mantenimiento realizado en las diferentes equipos.

En el momento de iniciar el proyecto, la primer tarea que se realizó fue la recolección de datos técnicos. Estos datos estaban compendiados en las placas de los diferentes equipos usados en el Ingenio como motores eléctricos y motores hidráulicos, bombas centrifugas, bombas hidráulicas, bombas de vacío, reductores de velocidad, turbinas, ventiladores, datos de poleas, correas, cadenas, piñones y catalinas.

La información recolectada en el primer paso fue luego vaciada en unas plantillas diseñadas utilizando el programa Microsoft Excel (véase “**TABLAS**”). Esto fue realizado luego de hacer el recorrido por toda la empresa y la recolección de datos.

Vale la pena anotar que se diseñaron plantillas para cada grupo de equipos. En este documento se incluyen muestras de las diferentes clases de plantillas, quedando así:

- Una con el nombre de motores con la información de motores eléctricos e hidráulicos (véase Tabla 1, “**MOTORES**”).
- Una con información de bombas hidráulicas, bombas centrifugas y bombas de vacío (véase Tablas 2 “**BOMBAS**”).
- Otra con información sobre turbinas (véase Tabla 3, “**TURBINAS**”).
- Otra con información de reductores (véase Tabla 4, “**REDUCTORES**”).
- Una más con información sobre ventiladores (véase Tabla 5, “**VENTILADORES**”).
- Una con información sobre compresores (véase Tabla 6, “**COMPRESORES**”).

Hay que tener en cuenta que en algunos equipos la placa correspondiente a determinados equipos no se encontraba o la información comprendida en la misma estaba borrosa. Para estos casos, el equipo se incorporaba en la plantilla, pero al final de la misma se dejaba una anotación indicando lo anteriormente mencionado.

A cada equipo se le consignaban los datos correspondientes de acople, poleas, correas, y transmisiones de cadena.

Una tarea realizada alternamente a la de recolección de datos, diseño de plantillas y vaciado de la información recolectada fue la de la identificación e inventariado de los equipos que aun se encontraban activos, a su vez que de otros que ya no funcionaban, pero que aun se encontraban en sitio.

Con el inventario realizado se comenzó a reestructurar el prontuario de equipos, al cual se le incluían los nuevos montajes realizados y a su vez se daban de baja los equipos que se encontraban obsoletos.

Vale la pena anotar que para tomar esta determinación, previamente se consultó con los jefes de cada área si en realidad estos equipos dados de baja en algún periodo se volverían a utilizar. De ser negativa la respuesta, se procedía a dar la baja correspondiente.

Habiendo estructurado el prontuario de equipos se pasó a la fase de realización del listado de materiales (véase Tabla 7, “**LISTADO DE MATERIALES**”). En este punto se incluían tanto los equipos superiores como los molinos, las mesas de caña, los tachos, así como los sistemas de accionamiento, los cuales incluyen un motor, un reductor y, dependiendo, transmisión por cadena o transmisión por poleas, y su vez se incluían las unidades de bombeo, compuestas por un motor y una bomba.

Un equipo superior es aquel al cual están montados los demás equipos ejemplo una mesa de caña lleva dos sistemas de accionamiento, donde el equipo superior es la mesa de caña.

Un sistema de accionamiento esta formado por un motor eléctrico o motor hidráulico, reductor y en algunos casos transmisión.

Una unidad de bombeo esta formada por un motor eléctrico, bomba y en algunos casos bomba hidráulica.

Para la realización de los listados de materiales se tuvo en cuenta, fundamentalmente, el análisis pormenorizado de los planos de los diferentes equipos de la empresa.

Retomando, los equipos superiores, en general poseen un listado de materiales, así como desde luego también los poseen sus subequipos. Dichos listados tenían falencias tales como materiales que ya no se usaban, para lo cual estos se omitían en el nuevo listado, y materiales que en la actualidad se usan pero que en el listado no aparecían, para lo cual se incluían. Cabe la pena anotar que esta circunstancia aplicó para ciertos equipos, por que para otros no existía anteriormente elaborado un listado de materiales, circunstancia en la cual fue necesario elaborar un listado completamente nuevo. En esta parte del proceso fue de mucha ayuda la colaboración de los mecánicos para la realización de estas listas.

Antes de empezar hacer los Planes de Mantenimiento, se hizo un censo dentro de la empresa para determinar cuántas personas eran mecánicos propios de la empresa y cuántos eran contratados por CTA (Compañía de Trabajo Asociado) y

qué puesto desempeñaban dentro de la empresa. Dicho censo fue elaborado para consignarlo dentro de las debidas hojas de ruta de inspección. Los resultados de dicho censo están consignados en la Tabla 8 (**“PUESTOS DE TRABAJO”**).

La tarea a seguir, luego de generar el listado de materiales de todos los equipos de la fábrica, fue la de la realización de los diferentes Planes de Mantenimiento los mismos, teniendo en cuenta, en algunos casos, las frecuencias recomendadas por los fabricantes.

Estos planes se rigieron por frecuencias quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales de acuerdo a las recomendaciones anteriormente mencionadas. Las inspecciones rutinarias no se incluyeron ya que estas son realizadas por los operarios de cada maquina o equipo.

A estos planes se les realizó su respectiva hoja de ruta de inspección en la cual se incluían los datos de la persona que realiza la operación (puesto de trabajo), el tiempo estimado que la persona se toma para realizar la actividad completa, el tipo de actividad a realizar y el instructivo de la actividad a realizar (véase Tabla 9, **“HOJAS DE RUTA DE INSPECCIÓN”**).

Con respecto a los tiempos estimados, estos fueron recolectados directamente en el sitio de trabajo mediante la medición del tiempo tomado en la ejecución de alguna actividad determinada. Estos tiempos, luego de ser obtenidos, eran consignados en las hojas de rutas de inspección.

Para la realización de los instructivos se investigó directamente con los mecánicos teniendo en cuenta las actividades que realizaban, y con base en los pasos tanto en una dirección como en otra, se generaban los mismos.

Las acciones tomadas finalizaban con la generación de los llamados catálogos, documentos en los cuales se incluían los síntomas de averías y las causas de las averías de los diferentes equipos (véase Tabla 10, **“CATÁLOGOS”**). Estos catálogos también fueron realizados en colaboración de los mecánicos de la empresa y su generación será de ayuda para que los mecánicos novatos en la empresa tengan un documento de referencia.



## **6. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR**

### **6.1. HIPÓTESIS.**

Basados en lo anteriormente expuesto, se podría entonces elaborar una base de datos y sistemas de información para el control de procesos en Mantenimiento Preventivo para el Ingenio Riopaila S.A., así como los distintos Planes de Mantenimiento de los diferentes equipos, y los instructivos para la ejecución de las actividades.

### **6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN TEÓRICA.**

De la investigación a realizar se obtendrá la formulación de un plan, el cual por lo tanto se considerará como un modelo, que será la validación del plan que se adoptará en una fase posterior a realizar por la empresa.

Cabe destacar que dentro del proceso de investigación se tendrá en cuenta la actualización del inventario, así como la verificación del estado de los equipos o el diagnóstico, la elaboración de las hojas de vida, planes de frecuencias de Mantenimiento y tiempos de ejecución de las diferentes tareas en cada máquina, utilizando para ello bases de datos suministradas por la empresa así como bases de datos elaboradas dentro de este proceso.

## **7. RESULTADOS OBTENIDOS**

Se espera que en un plazo no mayor a un año los resultados de la implementación del proyecto de Sistema de Información Operacional (SIO), el Ingenio Riopaila S.A. obtenga como resultados de la misma una disminución ostensible en las diferentes órdenes de mantenimiento correctivo y que a su vez observe un aumento en las órdenes de mantenimiento preventivo.

Al mismo tiempo se pretende que se genere una disminución en los costos de operación por cuanto al llevarse a cabo un mantenimiento exclusivamente preventivo se evitarán los consuetudinarios paros en la producción, afectando de este modo la productividad del Ingenio.

## **8. CONCLUSIONES**

Se realizaron inspecciones en toda la fábrica con el fin de verificar la existencia y el funcionamiento de los diferentes equipos que estaban relacionados en el Prontuario existente.

Se levantó información correspondiente a 960 motores, 398 reductores, 448 bombas, 37 ventiladores y 7 compresores. A su vez se diseñó una base de datos, la cual contiene información técnica correspondiente a dichos equipos.

Con base en la actualización del prontuario existente, y la base de datos generada, se realizó la reestructuración del Prontuario de equipos existente, el cual contiene ahora información actualizada, incluyendo los últimos montajes hechos en la fábrica.

Se generaron Hojas de Ruta de Inspección, con el fin de brindar un soporte fundamental al Programa de Mantenimiento Preventivo.

Se generaron los respectivos Instructivos de Operación específicos que permitan describir la forma en que se deben ejecutar las actividades de mantenimiento de cada uno de los equipos relacionados en el Prontuario.

Se realizó un Plan de Mantenimiento estandarizado, en el cual se determinan las frecuencias en que se deben realizar los mantenimientos de cada uno de los equipos.

Se generó un listado comprendiendo los materiales que componen todos los equipos, el cual permitirá conocer de forma práctica los repuestos que requiere cada uno de los mismos en el momento de realizarse los mantenimientos respectivos.

Se elaboraron catálogos para cada tipo de equipo, los cuales especifican las principales causas de falla, y los procedimientos que se deben ejecutar para dar solución a las mismas.

## **9. RECOMENDACIONES**

El autor basándose en la realización del proyecto hecho hace las siguientes recomendaciones.

Conscientizar a las personas a cargo de la elaboración del mantenimiento, los beneficios que brinda el mantenimiento preventivo, ya que si este es manejado de una manera correcta se evitaría mucho los paros inesperados de la producción, los cuales generan pérdidas cuantiosas para el ingenio.

Llevar un buen control de los equipos que salen reparados a algún lugar donde sean necesitados y entran en mal estado al taller de mantenimiento industrial.

Velar para que las personas encargadas de realizar las inspecciones de mantenimiento cumplan con las instrucciones que van contenidas en las hojas de ruta de inspección ya de cumplir con esto se estaría garantizando el cumplimiento de un buen plan de mantenimiento preventivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

DIXON, Raouf Duffuaa. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Madrid: Editorial Limusa, S.A. de C.V., 2002. 390 p.

HERRERA SÁNCHEZ, Humberto. Guías de mantenimiento. 3 ed. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2003. 90 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Quinta actualización. Santafé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 114p. NTC 1486.

PERDER, A. El Entretenimiento Preventivo, Serie B Tomo 3. 2 ed. Madrid: Ediciones Deusto, 1976., 220 p.

VILLANUEVA DOUNCE, Enrique. La Administración en el Mantenimiento. 2 ed. Madrid: Compañía Editorial Continental, S.A.. 1982. 190 p.

## TABLAS

**TABLA 1.  
MOTORES**

EQUIPO	CÓD. INVENT.	PLACA ELÉC.	MARCA	SERIE	POTENCIA (HP)	VELOCIDAD (RPM)	FRAME	VOLTIOS	AMPERIOS	HERTZ
Motor desintegrador jeffco 292 # 2	21853	TRAFO	WESTER ELECTRIC	B4AP901-2	3	3420		230/380	8,1/4,7	60
Motor desintegrador bagazo sena # 1	21851	O - 37	SIEMENS	1LA3-0962-YB60	3,6	3410	90 L	220/440	10,5/5,25	60
Motor desintegrador bagazo sena # 3	21852	O - 36	SIEMENS	1LA3-0962-YB60	3,6	3410	90 L	220/440	10,5/5,25	60
Motor mezclador bagazo tumbler	21856		SIEMENS	1LA3-0736-YB60	0,4	1090	NYP9	220/440	1,9/0,95	60
Motor eléctrico accionamiento #1, Unidad vació laboratorio	8389		LEESON	1579	0,16	1725	L-14BY	115	3,4	60
Motor eléctrico accionamiento #2, Unidad vació laboratorio								115	4,2	60
Motor eléctrico accionamiento #3 Unidad vació laboratorio										
Motor eléctrico molino experimental precosecha	21855	O - 33 - 3								
Motor eléctrico desfibradora experimental precosecha	21854	O - 33 - 3								
Motor eléctrico sonda para muestreo de caña (core sampler)		K - 14 - 1	SIEMENS	1LA4-2074-YB80	48	1762	200 L	220/440	124/62	60
Motor hidráulico sonda muestreo (Core Sampler)			DANFOSS	151B205-2						
Motor hidráulico sistema de traslación (Core Sampler)			DENISON HIDRAULIC	99G20025						

**TABLA 2.  
BOMBAS**

EQUIPO	CÓD INVENT.	PLACA ELÉC.	MARCA	SERIE	TIPO	MODELO	POTENCIA	VEL.
							(HP)	(RPM)
Bomba de vacío, Unidad de vacío laboratorio #1								
Bomba de vacío, Unidad de vacío laboratorio #2								
Bomba de vacío, Unidad de vacío laboratorio #3								
Bomba hidráulica sonda muestreo de caña Core Sampler			RACINE		PFR3500173-4			
Bomba sistema hidráulico, Grúa hilo No. 1	20201	K-14-2	COMMERCIAL	B120-4368		P25X342BEIJ10-11		
Bomba hidráulica No. 1, Grúa hilo No. 2	20236		DENISON HIDRAULICS	92 L		TGEC-052-014		2200/600
Bomba hidráulica, conductor caña No. 1 tablillas		D-44-A	DENISON HIDRAULICS	01001329 98G		P8P-2R 1A-9A2-A00		
Bomba sistema oleohidráulico conductor tablillas								
Bomba hidráulica, banda transportadora de caña	20198	D-44-B	DENISON HIDRAULICS	01001328 98G		P8P-2R 1A-9A2-A00		
Bomba sistema oleohidráulico conductor banda								
Bomba mecánica lubricación, Desfibradora de caña		K-12	IMO	A6191-06	63DBC-250D			
Bomba eléctrica lubricación, Desfibradora de caña		K-12	IMO	63DBC-250D	E3FBC-200			
Bomba lubricación Chumaceras, desfibradora de caña			BROWN AND SHARPE	3S		BS3	3	1725
Bomba No. 1 vertical lavado de caña	5912	I - 10	INGERSOL DRESSER	96-E000159-1	PSM - 1	25 PSM-1	250	1190
Bomba No. 2 lavado de caña		I - 13	PAERLES PUMP	98331		10 A-14	89	1760



**TABLA 3.  
TURBINAS**

EQUIPO	MARCA	FRAME	SERIE	POTENCIA	VEL. (RPM)	PRESIÓN ENTRADA	PRESIÓN SALIDA	TEMP. ENTRADA
Turbina Molino No. 1	WESTING HOUSE	C-225		1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina Molino No. 2	WESTING HOUSE	C-225		1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina Molino No. 3	WESTING HOUSE	C-225		1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina Molino No. 4	WESTING HOUSE	C-225	15-A-2726-4	1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina Molino No. 5	WESTING HOUSE	C-225	15-A-2726-2	1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina Molino No. 6	WESTING HOUSE	C-225	15-A-2726-6	1000 HP	4500	160 PSIG	20 PSIG	423 °F
Turbina accionamiento bomba No.1 inyección calderas 1-2-3-4	INGERSOLL DRESSER			360	3600	170 PSIG	15 PSIG	
Turbina accionamiento bomba No.3 inyección calderas 1-2-3-4	WORTHINGTON	501T	29141	364 HP	3550	160 PSIG	20 PSIG	420 °C
Turbina accionamiento bomba No. 3 inyección caldera DZ	INGERSOLL DRESSER	503 T	D - 4808	440	3600	450 PSIG	20 PSIG	662 °F
Turbina accionamiento, Turbogenerador No. 1 12000 Kw.	SIEMENS			12000 Kw.	6000	450 PSIG	22 PSIG	399 °C
Turbina accionamiento Generador, Turbogenerador No. 2 1000 Kw.	WESTING HOUSE		10-A-128T-1	1250 Kw.	4190	233 PSIG	15 PSIG	
Turbina accionamiento bomba lubricación, Turbogenerador No. 2 1000 Kw.								
Turbina accionamiento Generador, Turbogenerador No. 3 3500 Kw.	WESTING HOUSE	M-25	15-A-2724-1	3500 Kw.	6180	160 PSIG	20 PSIG	420 °C
Turbina accionamiento generador, Turbogenerador No. 4 6000 Kw.	WESTING HOUSE		5-A-1385-1	6000 Kw.	3600	450 PSIG	20 PSIG	

**TABLA 4.  
REDUCTORES**

EQUIPO	CÓD. INVENT.	MARCA	SERIE	POTENCIA (HP)	RPM <sub>e</sub>	RPM <sub>s</sub>	RATIO
Reductor movimiento traslación, core sampler		HAMILTON GEAR	76-747	4,4	1800	29,5	61:1
Reductor movimiento traslación, Grúa hilo No. 2							
Reductor winche, Grúa hilo No 3	20248	FRANCO HERMANOS	176	20	1700	85	20:1
Reductor traslación, Grúa hilo No. 3	6318	TRANS. POTENCIA S.A.	O.P 1931140	12	1750	58	30.17:1
Reductor lado patio, mesa de caña No.1A	5907	LINK BELT	3389756001 NH	40	1750	190	9.3:1
Reductor lado molinos, Mesa de caña No. 1A	2024	LINK BELT	MI-26707-B-T-71	40	1750	190	9.3:1
Reductor banda electroimán, Electroimán banda de caña		DODGE		12,9	1974	140	14.10:1
Reductor accionamiento, Conductor donelly molino No. 2		FALK	96-065904-01	25	1689	36,7	46.06:1
Reductor accionamiento, Conductor donelly molino No. 3	6250	FALK	95-066479-01	25	1697,5	45,6	46.06:1
Reductor accionamiento, Conductor donelly molino No. 4		FALK	95-066479-01	25	1697,5	45,6	46.06:1
Reductor accionamiento, Conductor donelly molino No. 5		FALK	96-068899-01	25	1697,5	36,9	46.06:1
Reductor accionamiento, Conductor donelly molino No. 6		FALK	95-066479-01	25	1697,5	45,6	46.06:1
Reductor de baja No. 1	6085	PHILADELPHIA GEARS	129606	1000	750	24,2	30.987:1
Reductor de baja No. 2	6087	PHILADELPHIA GEARS	129608	1000	750	24,2	30.987:1

**TABLA 5.  
VENTILADORES**

<b>EQUIPO</b>	<b>CÓDIGO INVENTARIO</b>	<b>PLACA ELÉCTRICA</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	<b>POTENCIA ABSORB.</b>	<b>RPM</b>
Ventilador enfriador, unidad hidráulica core sampler							
Ventilador. Grúa hilo No. 2	20253	K-14-1	MULTI WING				
Ventilador extractor. Desfibrador Joram de hoja de caña							
Ventilador tiro forzado. Caldera No. 1		B-22	CHICAGO BLOWER	96-406-3	2310 B	80,4 BHP	1750
Ventilador tiro inducido Caldera No. 1							
Ventilador sobrefuego. Caldera No. 1			CHICAGO BLOWER	05-111-1		65,2	1780
Ventilador tiro forzado. Caldera No. 2			CHICAGO BLOWER	96-406-3	2310 B	80,4 BHP	1750
Ventilador tiro inducido Caldera No. 2		C-8					
Ventilador sobrefuego. Caldera No. 2		C-20	CHICAGO BLOWER		CT 111300	65,2	1780
Ventilador tiro inducido Caldera No. 3							
Ventilador tiro forzado. Caldera No. 3			CHICAGO BLOWER	96-406-3	2310 B	80,4 BHP	1750
Ventilador tiro forzado. Caldera No. 4			CHICAGO BLOWER	96-406-3	2310 B	80,4 BHP	1750
Ventilador distribución bagazo. Caldera No. 5 (DZ)		10-VT-004	AEOLUS		HF-5S-SLIA-68-68	67 BHP	3565
Ventilador tiro incluido. Caldera No. 5 (DZ)		10-VT-001	AEOLUS		FN-TDR-247-3TD8A	950 BHP	890

**TABLA 6.  
COMPRESORES**

EQUIPO	COD.	PLACA	MARCA	SERIE	MODELO	POTENCIA HP	VEL. RPM	FRAME					
	INVENT.	ELÉC.											
	COMPRESOR AIRE FRENO GRÚA HILO #1	K - 14-1		BROOM AND WADE					23458/3				
	COMPRESOR DE TORNILLO LEROI	W - 20-1		LEROI					4166V190	A219-101-7			
	COMPRESOR DE TORNILLO JOY	Ñ - 11		JOY					60020	TR290	1765		
	COMPRESOR INGERSOLL RAND	19901		W - 22					INGERSOLL	F38142U01229	SSR-XF200		
	COMPRESOR INGERSOLL RAND PEQUEÑO	20322		W - 19-1					INGERSOLL	KE3228U96111	SSR- EP25SF	25	
	COMPRESOR UNIDAD AIRE INGERSOLL RAND			W - 21					INGERSOLL	F35842U98061	SSR-XF150	1770	405TZ
	COMPRESOR AIRE ATOMIZACIÓN CALDERA PIROTUBULAR												

**TABLA 7.  
LISTADO DE MATERIALES**

<b>FILTRO DE CACHAZA #1</b>	<b>0052-01-01</b>	<b>TAMBOR</b>
	0052-01-02	AGITADOR
	0052-01-03	REGULACIÓN DE VACÍO
TAMBOR	05048190	PLACA PERFORADA EN ACERO INOX 304, 20 X 121 X 0,012 PUL ESPESOR
	05115751	REJILLA POLIPROPILENO 18 X 10 3/4 X 5/8 PUL
	16229821	CINTA BANDIT INOX DE 1/2 PUL X 30 MT
	0052-01-01-01	GRAPA PARA ZUNCHO DE 1/2 PUL
	03603520	CORDÓN DE CAUCHO 12 MM. OLIVER
	05049320	RASPADOR DE CAUCHO 5/8 PUL X 6 PUL X 12MT LONG
	05043390	BOQUILLA LAVADO 1/4 PUL K3 SPRAYING SYSTEM
	05043421	BOQUILLA INOX 1/4 B-SS-5 SPRAYING SYSTEM
	0052-01-01-02	BOQUILLA 180GR X 1/16
	05160120	MOTOR HIDRÁULICO CHARLYNN TIPO 103-1028-010
	0052-01-01-03	REDUCCIÓN SINFIN CORONA
MOTOR HIDRÁULICO CHARLYNN TIPO 103-1028-010	05160130	EJE MOTOR HCO 103-1028
	05160150	EMPAQUE MOTOR HC 103-1028
	05160120	MOTOR HCO 103-1028
REDUCCIÓN SINFIN CORONA	0052-01-01-03-01	EJE SIN FIN H350-200-SET-C-141
	0052-01-01-03-02	CORONA S350-300 SET-0-141 50 DIENTES
AGITADOR	0052-01-02-01	CHUMACERA SKF SY2005-2
	0052-01-02-02	MOTOR ELÉCTRICO COME DRIVE GEARS 0.5 HP 1725 RPM
	0052-01-02-03	REDUCTOR GENERAL ELECTRIC 0,5 HP FRAME 143T
MOTOR ELÉCTRICO COME DRIVE GEARS 0.5 HP 1725 RPM	74104761	RODAMIENTO 6205 ZZ
	74104411	RODAMIENTO 6203 ZZ
REDUCTOR GENERAL ELECTRIC 0,5 HP FRAME 143T	84066611	SELLO VITON 3-3/8 X 4-1/4 X 1/2 PUL
	74088481	RODAMIENTO CÓNICO 41126
	74082761	RODAMIENTO CÓNICO 27689
	0052-01-02-03-01	RODAMIENTO CUNA CÓNICA 27620
REGULACIÓN DE VACÍO	0052-01-03-01	VÁLVULA REGULADORA DE VACÍO ACERO INOX TIPO 304 16 1/2 PUL DIAM
	0052-01-03-02	ABRAZADERA DE TRONILLO GALVANIZADA SIN FIN DE 7 PUL DIÁMETRO
	0052-01-03-03	MANGUERA NEOPRENO 6 5/8 PUL X 12 PUL DE LONGITUD
	05161681	RESORTE CABEZAL 1-1/8 X 83 MM
	0052-01-03-04	PLATO PUENTE 16 1/2 PUL DE DIÁMETRO
	05114450	PLATO DE DESGASTE EN PROTÓN O BRONCE 16 1/2 PUL DE DIÁMETRO
	0052-01-03-05	LUBRICADOR MARCA MANZEL # 225-000-625
	0052-01-03-06	TANQUE RECIBIDOR BAJA FILTRO #1
	0052-01-03-07	TANQUE RECIBIDOR ALTA FILTRO #1

**TABLA 8.**  
**PUESTOS DE TRABAJO**

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
AY_MC_MT	AY_MC_MT AYUDANTE MCO. MATTO.
AY_PR_MT	AY_PR_MT AYUDTE.PROGR. MANTO.
MCO_ES_1	MCO_ES_1 MECÁNICO ESPECIAL I
LUBRICAD	LUBRICAD LUBRICADOR
MCO_MT_1	MCO_MT_1 MECÁNICO MANTENIM.I
MCO_MT_2	MCO_MT_2 MECAN.MANTTO.II
MAE_SOLD	MAE_SOLD MAESTRO SOLDADOR
MA_ME_MT	MA_ME_MT MAESTRO MECAN.MANT.
OP_MQH_1	OP_MQH_1 OPERARIO MAQ.HERR.I
SOLDADOR	SOLDADOR SOLDADOR
SUP_MTJE	SUP_MTJE SUPERVISOR MONTAJE
JEF_METD	JEF_METD JEFE MÉTODOS MTO.
CO_MT_PV	CO_MT_PV COORD MANTTO PREVENT
JEF_MCO	JEF_MCO JEFE MANTTO MECÁNICO
CO_MT_CO	CO_MT_CO COORD.MANTTO CORRECT
OPER_PRO	OPER_PRO OPERARIO PROPIO
OPER_CTA	OPER_CTA OPERARIO COOPERATIVAS
SOLD_MAR	SOLD_MAR SOLDADOR MARTILLOS

**TABLA 9.**  
**HOJAS DE RUTA DE INSPECCIÓN**

GRUPO DE HOJAS DE RUTA	DENOMINACIÓN CONTADOR HOJA RUTA	SUBOPERAC.	PUESTO TRABAJO	DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	DURACIÓN	TEXTO DESCRIPTIVO DE LA OPERACIÓN
GRU_HIL1	REVISIÓN MECÁNICA QUINCENAL GRÚA HILO #1		MCO_MT_1	REVISAR ACOPLE MOTOR-REDUCTOR	4	REVISAR ESTADO DEL ELASTÓMERO
		10	MCO_MT_2	REVISAR CHUMACERAS TRANSMISIÓN	4	REALIZAR LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN
		20	AY_MC_MT	REVISAR MANGUERAS HIDRÁULICAS	4	CAMBIO DEL ELASTÓMERO SI ES NECESARIO
		30	AY_MC_MT	REVISAR TUBERÍA HIDRÁULICA	4	ALINEAR ACOPLE
						REVISAR ESTADO DE LA GRASA DE CHUMACERA
						REVISAR ESTADO DE RODAMIENTO CHUMACERA
						CAMBIAR RODAMIENTO SI ES NECESARIO CHUMA
						LUBRICAR CON GRASA CHUMACERA
						REVISAR FUGAS EN LAS UNIONES
						REVISAR ESTADO DE LA MANGUERA
						CAMBIAR MANGUERA SI ES NECESARIO
						REVISAR RACORES
						REVISAR FUGAS EN LAS UNIONES Y TUBERÍA
						REVISAR INCRUSTACIONES EN TUBERÍA
						REVISAR GATOS HIDRÁULICOS
						REVISAR VISUALMENTE FUGAS EN LOS GATOS

**TABLA 10.  
CATÁLOGOS**

TEXTO BREVE	GRUPO DE CÓDIGOS	TEXTO BREVE
SÍNTOMAS DE AVERÍAS	REDUCTOR	INCREMENTO Y/O VIBRACIÓN
	REDUCTOR	PRESENCIA DE LIMALLA EN ACEITE
	REDUCTOR	PERDIDA DE NIVEL DE ACEITE
CAUSAS DE AVERÍAS	REDUCTOR	DESGASTE EXCESIVO DE ENGRANAJES
	REDUCTOR	COJINETES PICADOS EN PISTA DE RODADURA
	REDUCTOR	BAJA ESPECIFICA EN ACEITE LUBRICANTE
	REDUCTOR	BAJO NIVEL DE ACEITE
	REDUCTOR	SOBRETENSIÓN BANDAS DE TRANSMISIÓN
	REDUCTOR	SOBRECARGA
	REDUCTOR	PROCESO DE DETERIORO COJINETES INTERNOS
	REDUCTOR	FUGA SELLOS DE ENTRADA O SALIDA
	REDUCTOR	FALLA EMPAQUETADURA CARCAZA
	REDUCTOR	NIVEL DE ACEITE MAYOR AL NORMAL
MEDIDAS CORRECTIVAS	REDUCTOR	REVISIÓN DE ENGRANAJE
	REDUCTOR	CHEQUEO ESTADO RODAMIENTO
	REDUCTOR	REVISAR ESTADO DE RETENEDORES
	REDUCTOR	REVISIÓN DE AJUSTES INTERNOS Y EXTERNOS
	REDUCTOR	CHEQUEO ESTADO Y NIVEL DE ACEITE
	REDUCTOR	REVISIÓN DEL EJE
	REDUCTOR	REVISIÓN SELLOS
CONJUNTOS QUE FALLAN	REDUCTOR	RODAMIENTOS
	REDUCTOR	RETENEDORES
	REDUCTOR	SELLOS
	REDUCTOR	EMPAQUETADURA CARCAZA
ACTIVIDADES CORRECTIVAS	REDUCTOR	CAMBIO DE PIÑONERÍA
	REDUCTOR	CAMBIO RODAMIENTOS
	REDUCTOR	CAMBIO RETENEDORES
	REDUCTOR	CAMBIO DE SELLOS
	REDUCTOR	RECUPERACIÓN EJE Y ALOJAMIENTOS DE ROD
	REDUCTOR	CAMBIO DE ACEITE
	REDUCTOR	CAMBIO DE REDUCTOR



## **ANEXOS**

## ANEXO A. FOTOGRAFÍA AÉREA DEL INGENIO RIOPAILA S.A.<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.

**ANEXO B. HIDRATADOR DE CAL<sup>2</sup>**  
**(Motor-Reductor-Transmisión)**



---

<sup>2</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.

### ANEXO C. CONDUCTOR HOJAS DE CAÑA<sup>3</sup> (Motor-Transmisión)



---

<sup>3</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.



**ANEXO D. TURBINA NÚMERO 6 DE MOLINOS<sup>4</sup>**  
**(Turbina-Reductor)**



---

<sup>4</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.

## ANEXO E. MOTOR HIDRÁULICO. MOLINO NÚMERO 5<sup>5</sup> (Motor)



---

<sup>5</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.

**ANEXO F. MOTOR ELÉCTRICO<sup>6</sup>**  
**(Placa Identificación)**



---

<sup>6</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.



**ANEXO G. MOTOR ELÉCTRICO<sup>7</sup>**  
**(Placa Inventario)**



---

<sup>7</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.



**ANEXO H. MOTOR ELÉCTRICO<sup>8</sup>**  
**(Placa Identificación-Inventario)**



---

<sup>8</sup> Fuente: Ingenio Riopaila S.A.